



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 42 11 489 A 1

51 Int. Cl. 5:
G 02 B 6/44

21 Aktenzeichen: P 42 11 489.6
22 Anmeldetag: 6. 4. 92
43 Offenlegungstag: 7. 10. 93

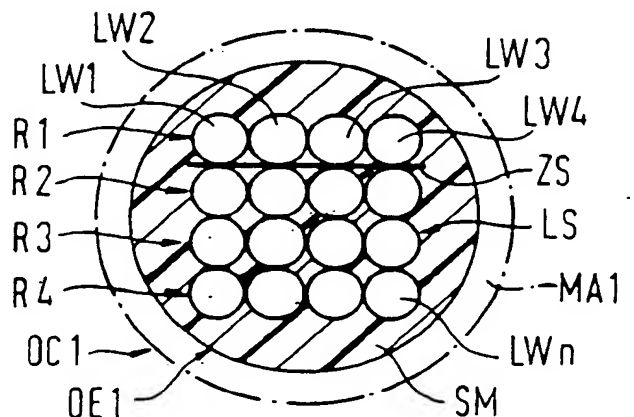
DE 42 11 489 A 1

71 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:
Oestreich, Ulrich, Dipl.-Ing., 8000 München, DE;
Schneider, Reiner, Dipl.-Ing. (FH), 8624 Ebersdorf,
DE

54 Optisches Übertragungselement

57 Das optische Übertragungselement enthält jeweils eine Anzahl von Lichtleitfasern (zum Beispiel GF1), die mit nur einer dünnen Schutzschicht (zum Beispiel CT1) versehen sind, deren Wandstärke kleiner als 25 µm gewählt wird. In einer Reihe (zum Beispiel R1) sind nebeneinander nicht mehr als 4 Lichtwellenleiter (LW1 bis LW4) angeordnet und es sind maximal 4 Reihen (R1 bis R4) übereinander liegend vorgesehen. Der durch die einzelnen Reihen (R1 bis R4) gebildete Stapel (LS) von Lichtwellenleitern ist außen von einem dicht aufsitzenen Schutzmantel (SM) umschlossen.



DE 42 11 489 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 93 308 040/591

7/51

Die Erfindung betrifft ein optisches Übertragungselement, das jeweils in einer Reihe nebeneinander liegende Lichtwellenleiter enthält und bei dem mehrere derartige Reihen übereinander liegend angeordnet sind und bei dem die jeweils im Lichtwellenleiter enthaltenen Lichtleitfasern eine Schutzschicht aufweisen.

Aus der DE-OS 28 08 271 ist ein optisches Kabel bekannt, bei dem eine Vielzahl von Lichtwellenleitern nebeneinander jeweils in einer Nut eines flexiblen Bandes angeordnet sind. Dieses Band wird abschließend mit einer flexiblen Umhüllung versehen, so daß eine Art Lichtwellenleiter-Bandleitung entsteht. Mehrere derartige Bandleitungen können zu einem Bandleitungs-Stapel zusammengefaßt werden, der außen von einer diesen Stapel dicht umgebenden Haltehülle umschlossen wird. Innerhalb des Stapels bleiben jedoch die einzelnen Bandleitungen gegeneinander beweglich und die Außenabmessungen eines derartigen Stapels sind relativ groß, weil neben der Beschichtung der Lichtwellenleiter zusätzlich noch die V-Nuten enthaltenden Bänder erforderlich sind, durch welche die Lichtwellenleiter in einem größeren Abstand voneinander gehalten werden. Dadurch hat der insgesamt gebildete Stapel relativ große Außenabmessungen, was im Hinblick auf die maximal zulässige Dehnung die Biegebarkeit der Lichtwellenleiter relativ stark einschränkt.

Aus der US-PS 4 147 407 ist bekannt, daß die eigentlichen d. h. aus Kern- und Mantelmaterial bestehenden Lichtleitfasern mit einer Schutzschicht (Coating) versehen werden können, deren Dicke zwischen 46 und 108 μm gewählt wird. Dort wird auch beschrieben, daß die Lichtwellenleiter nach dem eigentlichen Ziehvorgang zunächst mit einem ersten (Primary Coating) versehen werden, auf welche eine weitere Coating-Schicht (Secondary Coating) aufgebracht wird. Die so zweifach beschichteten Lichtwellenleiter werden durch ein Lösungsmittel geführt, bei dem die Außenschicht (Secondary Coating) angelöst wird, wodurch sich die Lichtwellenleiter zu einem bandförmigen Körper zusammenfügen, bei dem die Lichtwellenleiter in einer Reihe nebeneinander liegen. Obwohl die Lichtwellenleiter bei dieser Art von Aufbau unmittelbar aneinander stoßen, ergeben sich dennoch für eine derartige Lichtwellenleiter-Bandleitung relativ große Außenabmessungen. Dies wirkt sich zum Beispiel bei Biegevorgängen nachteilig aus, weil die jeweils außen liegenden Lichtwellenleiter bei einem gegebenen Krümmungsradius relativ stark gedehnt und die innen liegenden entsprechend stark gestaucht werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Übertragungselement den Aufbau derart zu wählen, daß durch einen besonders gedrängten Aufbau die Biegebeanspruchung der einzelnen Lichtleitfasern gering gehalten werden kann. Diese Aufgabe wird bei einem optischen Übertragungselement der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Dicke der Schutzschicht der Lichtleitfasern kleiner/gleich 25 μm gewählt ist, daß in einer Reihe nicht mehr als 4 Lichtwellenleiter nebeneinander angeordnet sind, daß maximal 4 übereinander liegende Reihen vorgesehen sind und daß der durch die Reihen gebildete Stapel von Lichtwellenleitern außen von einem auf diesen dicht aufsitzen den Schutzmantel umschlossen ist.

Im Gegensatz zu den bekannten Anordnungen wird bei der Erfindung also von einer nur einfach beschichteten Lichtleitfaser ausgegangen, deren Außendurchmes-

ser somit nur durch eine dünne Schutzschicht (Primäres Coating) aufgedickt ist. Für die üblichen Faserdurchmesser in der Größenordnung von 125 μm ergeben sich somit Außendurchmesser derart beschichteter Lichtleitfasern von maximal 175 μm . Da in einer Reihe nebeneinander nicht mehr als 4 Lichtwellenleiter angeordnet werden, hat eine derartige Reihe maximal eine Außenabmessung von 0,7 mm.

Da zudem bei der Erfindung nur maximal 4 Reihen übereinander "gestapelt" angeordnet werden, liegen die Außenabmessungen eines derartigen gemäß der Erfindung aufgebauten Stapels aus Lichtwellenleitern mit Sicherheit unter 1 mm, so daß Biegeradien bis zu 100 mm realisiert werden können, ohne daß es zu einer unerwünschten Beeinträchtigung der Eigenschaften der Lichtwellenleiter kommt. Durch den außen dicht aufsitzen den Schutzmantel wird bei der Erfindung gewährleistet, daß der Lichtwellenleiter-Stapel an keiner Stelle ausknicken oder sonst sich in unerwünschter Weise verformen kann, so daß das optische Übertragungselement nach der Erfindung ein gut formbares und leicht verarbeitbares Zwischenprodukt darstellt.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein optisches Übertragungselement, das jeweils in einer Reihe nebeneinander liegende Lichtwellenleiter enthält und bei dem mehrere derartige Reihen übereinander liegend angeordnet sind und bei dem die jeweils im Lichtwellenleiter enthaltenen Lichtleitfasern eine Schutzschicht aufweisen, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß die Dicke der Schutzschicht der Lichtleitfasern kleiner/gleich 25 μm gewählt ist, daß in einer Reihe zur Bildung einer bevorzugten Biegeebene mehr als vier Lichtwellenleiter nebeneinander angeordnet sind, daß maximal vier übereinander liegende Reihen vorgesehen sind und daß der durch die Reihen gebildete Stapel von Lichtwellenleitern außen von einem auf diesen dicht aufsitzen den Schutzmantel umschlossen ist.

Die Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen wiedergegeben.

Die Erfindung und ihre Weiterbildungen werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 im Querschnitt ein optisches Übertragungselement als erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 2 im Querschnitt in vergrößerter Darstellung den Aufbau eines einzelnen Lichtwellenleiters,

Fig. 3 eine abgewandelte Ausführungsform eines optischen Übertragungselementes nach der Erfindung,

Fig. 4 und Fig. 5 den Aufbau eines optischen Kabels unter Verwendung erfindungsgemäßer Übertragungselemente.

Bei dem optischen Übertragungselement OE1 nach Fig. 1 sind jeweils vier Lichtwellenleiter LW1 bis LW4 in einer Reihe nebeneinander angeordnet und bilden eine Reihe R1 ähnlich einer Bandleitung. Insgesamt sind vier derartige Reihen R1 bis R4 vorgesehen, so daß der dargestellte Lichtwellenleiter-Stapel LS16 Lichtwellenleiter enthält. Jeder der Lichtwellenleiter LW1 bis LWn weist wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, eine Lichtleitfaser GF1 auf, die aus einem Kern- und einem Mantelmaterial besteht. Außen ist eine einzige Schutzschicht CT1 (Coating) aufgebracht, deren Wandstärke d kleiner/gleich 25 μm gewählt ist, wobei Wandstärkebereiche zwischen 15 μm und 25 μm besonders zweckmäßig sind. Da die Außendurchmesser K der Lichtleitfaser CF1 üblicherweise im Bereich zwischen etwa 100 bis 125 μm liegen, ergeben sich resultierende Außendurchmesser D der Lichtwellenleiter LW1 bis LWn in der Größenordnung

von 150 bis 175 μm . Daraus folgt, daß bei maximal $m = 4$ Lichtwellenleitern innerhalb einer Reihe zum Beispiel R1 und bei maximal $p = 4$ Reihen die übereinander angeordnet werden, die Außenabmessungen des Lichtwellenleiterstapels LS nach Fig. 1 mit Sicherheit einen Wert von 0,8 bis 1,8 mm nicht überschreiten. Die Werte m und p werden zweckmäßig zwischen 2 und 4 gewählt.

Der Lichtwellenleiterstapel LS wird in Fig. 1 von einem dicht aufsitzenden Schutzmantel SM umgeben, wobei dieser Schutzmantel zweckmäßig so gewählt wird, daß sein Material zumindest teilweise auch in die Zwischenräume (Zwickel) zwischen den einzelnen Lichtwellenleitern eindringt. Wenn die Zahl der Lichtwellenleiter LW1 – LW4 in einer Reihe gleich der Zahl der Reihen R1 – R4 gewählt wird, entsteht eine Struktur, die keine bevorzugte Biegeebene hat. Dies kann in vielen Fällen zweckmäßig sein, weil bei der Verarbeitung keine Rücksicht auf Vorzugsrichtungen genommen werden muß.

Die einzelnen Reihen z. B. R1 – R4 nach Fig. 1 sollten zweckmäßig jeweils als Ganzes zur Bildung einzelner Bandleitungen voneinander trennbar sein. Beispielsweise können, wie zwischen den Reihen R1 und R2 angedeutet, zwischen den Reihen Zwischenschichten ZS vorgesehen werden, die vorteilhaft aus einem weicherem Material bestehen als der Schutzmantel SM. Letzterer muß so fest ausgebildet sein, daß ein Ausknicken oder Ausbrechen eines einzelnen Lichtwellenleiters oder einer ganzen Reihe vermieden wird. Die Zwickel zwischen den Lichtwellenleitern können zur besseren Trennbarkeit auch mit einem nicht oder nur teilweise aushärtenden Harz gefüllt werden. Eine Zwickelfüllung mit einem zumindest an den Lichtwellenleitern etwas haftenden Material unterstützt den Zusammenhalt des Stapels, welches sonst allein durch den Schutzmantel SM bewerkstelligt werden muß.

Ein derartiges optisches Übertragungselement OE1 kann zum Beispiel als Kabelseele eines optischen Kabels verwendet werden, das heißt auf den Schutzmantel SM wird zum Beispiel in einfacher Weise ein in Fig. 1 strichpunktierter gezeichneter Außenmantel MA1 aufextrudiert. So entsteht ein optisches Kabel OC1.

Es ist aber auch möglich, wie näher in Fig. 4 dargestellt, mehrere derartige optische Übertragungselemente miteinander zu verseilen. Im vorliegenden Beispiel ist angenommen, daß eine Verseillage aus sechs optischen Übertragungselementen OE41 bis OE46 auf einen zugfesten Kern CK4 aufgebracht ist und außen ein Kabelmantel MA4 (gegebenenfalls mehrschichtig ausgebildet) aufgebracht wird. Infolge der geringen Abmessungen und des kompakten Aufbaus der einzelnen optischen Übertragungselemente OE41 bis OE4n sind die Verseilvorgänge für die Herstellung eines Kabels nach Fig. 4 in einfacher Weise durchführbar. Die Lichtwellenleiter erfahren beim Verseilvorgang keine unzulässigen Spannungen und auch beim Verlegen sind infolge des kompakten Aufbaus und der geringen Entfernung von der neutralen Biegeebene die Lichtwellenleiter keinen unzulässigen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt.

Als Material für die Schutzschicht CT1 auf den Lichtleitfasern GF1 werden zweckmäßig UV-härtende weiche Acrylharze mit einem E-Modul $< 5 \text{ N/mm}^2$ verwendet.

Für den den Lichtwellenleiterstapel LS in Fig. 1 umschließenden Schutzmantel SM werden zweckmäßig folgende Materialien eingesetzt: harte UV-härtende Harze oder wärmehärtende Harze. Die Aushärtung erfolgt im Stapel schichtweise (bevorzugt bei UV-Licht).

Die Aufbringung des Schutzmantels SM kann durch Extrusion erfolgen; es ist aber auch möglich, die Lichtwellenleiter LW1 bis LWn als Bündel durch ein entsprechendes Tauchbad hindurchzuführen und dort das Material für den Schutzmantel SM aufzubringen, wobei zweckmäßig anschließend der Lichtwellenleiterstapel LS durch eine Düse hindurchgezogen wird, der eine Aushärtevorrichtung (zum Beispiel in Form von UV-Lampen) nachgeordnet ist.

Um einen besonders festen Zusammenhalt innerhalb des optischen Übertragungselementes OE1 zu erreichen, ist es zweckmäßig, wenn das Material für den Schutzmantel SM dicht auf den Coating, zum Beispiel CT1, der einzelnen Lichtwellenleiter aufsitzt. Es ist auch möglich, für das Material des Schutzmantels SM Zusammensetzungen zu wählen, die ein leichtes Anlösen des Materials der Coating-Schicht CT1 bewirken, wodurch eine besonders enge Verbindung zwischen dem Material des Schutzmantels SM einerseits und den Coating-Schichten zum Beispiel CT1 andererseits hergestellt wird.

In Fig. 3 ist eine Abwandlung der Ausgestaltung eines optischen Übertragungselementes OE3 dargestellt. Die analog den Lichtwellenleitern LW1 bis LW4 nach Fig. 1 aufgebauten Lichtwellenleiter LW311 bis LW31m sind in einer Reihe angeordnet und mit Lichtwellenleitern LW321 bis LW32m einer zweiten Reihe zusammengebracht. Auf diese Weise entsteht ein optisches Übertragungselement OE3, das etwa die Form einer Bandleitung aufweist, jedoch besonders geringe Außenabmessungen und einen besonders gedrängten Aufbau ermöglicht. Die Beschichtung der Lichtwellenleiter und die übrigen Abmessungen sind analog zu den anhand von Fig. 1 und 2 näher erläuterten Dimensionierungsvorschriften durchgeführt. Auch die Auswahl und die Gestaltung des Schutzmantels SM3 erfolgt analog zur Auswahl und Gestaltung der Materialien für den Schutzmantel SM nach Fig. 1. Das dargestellte optische Übertragungselement OE3 kann besonders leicht um eine Ebene EB gebogen werden, die symmetrisch zu den beiden Lichtwellenleiterreihen verläuft. Auf diese Weise lassen sich die Stauchung und die Dehnung besonders gering halten. Die Lichtwellenleiter selbst sind zweckmäßig in den verschiedenen Reihen etwas gegeneinander versetzt, was zusätzlich gegenüber einer Anordnung nach Fig. 1 die Möglichkeit bietet, die Ausdehnung quer zur bevorzugten Biegeebene EB gering zu halten, weil die Lichtwellenleiter LW321 bis LW32m der zweiten Reihe auf Lücke zu denen der ersten Reihe gesetzt sind. Bei dieser Anordnung werden zweckmäßig ebenfalls nicht mehr als 4 Reihen von Lichtwellenleitern übereinander angeordnet. Dagegen können nebeneinander in einer Reihe mehr als vier Lichtwellenleiter angeordnet werden, bevorzugt bis zu 16.

In Fig. 5 ist ein optisches Kabel OC5 im Querschnitt dargestellt, bei dem um einen zugfesten Kern CK5 ein Zentral Element CE5 aus Kunststoffmaterial vorgesehen ist, das Kammern CA51 bis CA5q aufweist. In diesen Kammern CA51 bis CA5q sind jeweils mehrere optische Übertragungselemente entsprechend Fig. 3 angeordnet, die bei der Kammer CA51 mit OE31 und OE32 bezeichnet sind. Insgesamt stellt also das optische Kabel OC5 ein Kammerkabel dar, wobei die einzelnen optischen Übertragungselemente zum Beispiel OE31 und OE32 besonders geringe Abmessungen aufweisen und deshalb ein gedrängter Aufbau innerhalb der einzelnen in den Kammern CA51 bis CA5q vorgesehenen Bändchenstapel möglich ist. Es ist im übrigen auch möglich, in

den einzelnen Kammern CA51—CA5q jeweils einzelne oder mehrere Übertragungselemente nach Fig. 1 anzuordnen.

Patentansprüche

1. Optisches Übertragungselement (OE), das jeweils in einer Reihe nebeneinander liegende Lichtwellenleiter (z. B. LW1—LW4) enthält und bei dem mehrere derartige Reihen (R1—R4) übereinander liegend angeordnet sind und bei dem die jeweils im Lichtwellenleiter (z. B. LW1—LW4) enthaltenen Lichtleitfasern (z. B. GF1) eine Schutzschicht (z. B. CT1) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dicke der Schutzschicht (z. B. CT1) der Lichtleitfasern (z. B. GF1) kleiner/gleich $25\text{ }\mu\text{m}$ gewählt ist, daß in einer Reihe (z. B. R1) nicht mehr als 4 Lichtwellenleiter (LW1—LW4) nebeneinander angeordnet sind, daß maximal 4 übereinander liegende Reihen vorgesehen sind und daß der durch die Reihen (R1—R4) gebildete Stapel (LS) von Lichtwellenleitern außen von einem auf diesen dicht aufsitzenden Schutzmantel (SM) umschlossen ist.
2. Optisches Übertragungselement (OE3), das jeweils in einer Reihe nebeneinander liegende Lichtwellenleiter (z. B. LW311 bis LW31m) enthält und bei dem mehrere derartige Reihen übereinander liegend angeordnet sind und bei dem die jeweils im Lichtwellenleiter enthaltenen Lichtleitfasern (z. B. GF1) eine Schutzschicht (z. B. CT1) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dicke der Schutzschicht (z. B. CT1) der Lichtleitfasern (z. B. GF1) kleiner/gleich $25\text{ }\mu\text{m}$ gewählt ist, daß in einer Reihe zur Bildung einer bevorzugten Biegeebene (EB) mehr als 4 Lichtwellenleiter nebeneinander angeordnet sind, daß maximal 4 übereinander liegende Reihen vorgesehen sind und daß der durch die Reihen gebildete Stapel von Lichtwellenleitern außen von einem auf diesen dicht aufsitzenden Schutzmantel (SM) umschlossen ist (Fig. 3).
3. Optisches Übertragungselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schutzschicht (z. B. CT1) zwischen 15 und $25\text{ }\mu\text{m}$ gewählt ist.
4. Optisches Übertragungselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einer Reihe (z. B. R1) mindestens zwei Lichtwellenleiter angeordnet sind und daß mindestens zwei übereinanderliegende Reihen (z. B. R1 und R2) vorgesehen sind.
5. Optisches Übertragungselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schutzschicht (z. B. CT1) der Lichtleitfasern aus einem UV-härtenden Harz, insbesondere Acrylharz besteht.
6. Optisches Übertragungselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der E-Modul der Schutzschicht (z. B. CT1) der Lichtleitfasern unter 5 N/mm^2 gewählt ist.
7. Optisches Übertragungselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schutzmantel (SM) aus einem Harz, insbesondere einem UV- oder wärmehärtenden Harz besteht.
8. Optisches Übertragungselement nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zahl der Lichtwellenleiter (LW1—LW4) in einer Reihe (z. B. R1) gleich der Zahl der Reihen (R1—R4) gewählt ist.

9. Optisches Übertragungselement nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einer Reihe bis zu 16 Lichtwellenleiter (LW311—LW31m) nebeneinander angeordnet sind.

10. Optisches Übertragungselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Bildung eines optischen Kabels (OC4, OC5) mindestens ein Übertragungselement (z. B. OE, OE31) innerhalb eines äußeren Kabelmantels (MA4, MA5) untergebracht ist.

11. Optisches Übertragungselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schutzmantel (SM) so fest ausgebildet ist, daß ein Ausknicken eines einzelnen Lichtwellenleiters oder einer Reihe (z. B. R1) von Lichtwellenleitern vermieden ist.

12. Optisches Übertragungselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen den Reihen (R1—R4) von Lichtwellenleitern jeweils eine Zwischenschicht (ZS) angeordnet ist.

13. Optisches Übertragungselement nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Material der Zwischenschicht (ZS) aus einem weichen Material besteht als das des Schutzmantels (SM).

14. Optisches Übertragungselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zwickelräume zwischen den Lichtwellenleitern mit einem, vorzugsweise den Zusammenhalt des Stapels (LS) fördernden, Material gefüllt sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

FIG 1

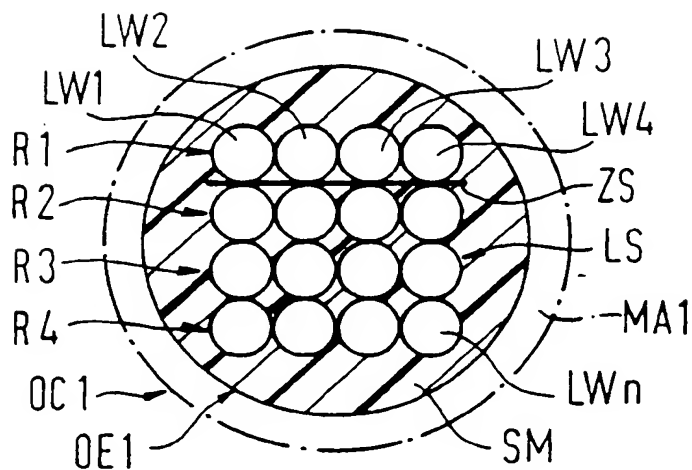


FIG 2

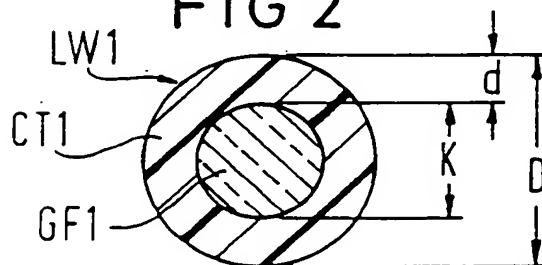


FIG 3

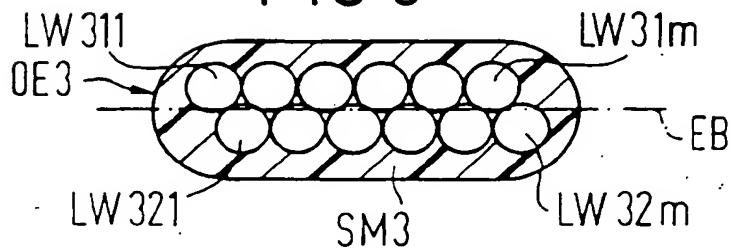


FIG 4

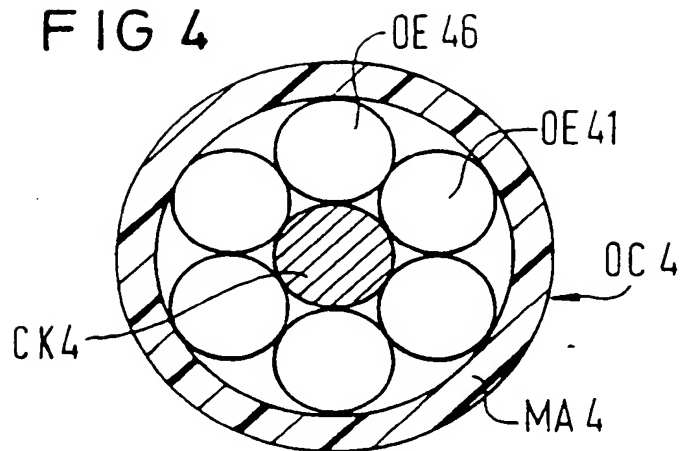


FIG 5

